

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 14 426.9

Anmeldetag: 31. März 2003

Anmelder/Inhaber: Junghans Uhren GmbH, Schramberg/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Dreherkennung eines wenigstens
einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors

IPC: H 02 P 8/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurka

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

WESTPHAL · MUSSGNUG & PARTNER
Patentanwälte · European Patent Attorneys

Junghans Uhren GmbH
Geissshaldenstraße 49

78713 Schramberg

- Patentanmeldung -

Verfahren zur Dreherkennung eines wenigstens einen
Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors

Beschreibung

Verfahren zur Dreherkennung eines wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung der Drehung eines einen Roter mit einer Motorspule aufweisenden und wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

Üblicherweise wird für den Antrieb der Zeiger in einer analogen Uhr ein zweipoliger Schrittmotor (Lavet-Motor) verwendet. Angesteuert wird dieser Motor durch Antriebsspannungsimpulse, die bei jedem Schritt ihre Polarität wechseln.

15

Um eine sichere Funktion des Motors im gesamten Betriebsspannungsbereich, bei Belastung mit Zeigern unterschiedlichen Trägheitsmoments und bei unterschiedlicher Leichtgängigkeit des Räderwerks zu garantieren, kann die Ansteuerung entweder immer die Energie liefern, die im schlechtesten Fall für eine sichere Drehung ausreicht, oder es kann eine adaptive Regelung zum Einsatz kommen, die die im Antriebsspannungsimpuls enthaltene Energie den äußeren Gegebenheiten anpasst.

25 Insbesondere bei solarbetriebenen Armbanduhren ist eine adaptive Regelung von großem Vorteil, zum einen um den Stromverbrauch der Armbanduhr so weit als möglich zu senken, und zum anderen weil die Spannung des Akkumulators sehr viel stärker schwanken kann als bei einer Uhr mit Batterie.

30

Eine solche adaptive Regelung beruht z. B. auf dem Prinzip der Dreherkennung, d. h. die Elektronik besitzt genügend Intelli-

genz um einen ausgeführten Motorschritt zu erkennen und liefert immer nur so viel Energie wie tatsächlich nötig ist.

5 Üblicherweise stehen eine bestimmte Anzahl möglicher Antriebsspannungsimpulse mit unterschiedlichem Energiegehalt zur Verfügung. Die Auswahl des aktuellen Impulses wird über die Dreherkennung in der Weise geregelt, dass dem Antriebsspannungsimpuls eine Detektionsphase folgt. Hat der Motor den Schritt nicht ausgeführt, so wird ein stärkerer Impuls nachgeschoben,
10 um den Zeitverlust auszugleichen, und die Ansteuerstufe um eins erhöht. In regelmäßigen Zeitabständen wird geprüft, ob die Ansteuerstufe mit dem nächstniedrigeren Energiegehalt wieder für den Antrieb des Motors ausreichend ist.

15 Es wird unterschieden zwischen dynamischer und statischer Dreherkennung.

Die dynamische Dreherkennung wertet die durch die Rotorbewegung induzierte Spannung aus, insbesondere das Ausschwingen
20 des Rotors in seiner neuen Stellung. D. h. die Detektionsphase findet während oder direkt im Anschluss an den Antriebsspannungsimpuls statt. Nachteil dieses Verfahrens ist seine Spannungsabhängigkeit. Das Signal ist von der Betriebsspannung abhängig und kann u. U. nicht im gesamten Betriebsspannungsbe-
25 reich nach demselben Kriterium ausgewertet werden.

Die statische Dreherkennung beruht auf der Bestimmung der Polarität des Rotors. Die Induktivität der Motorspule ist abhängig von der Position des Rotors, d. h. durch die Messung der
30 Induktivität kann bestimmt werden, ob sich der Rotor in seiner Sollposition befindet. Voraussetzung für dieses Verfahren ist, dass der Rotor nicht mehr schwingt, d. h. die Detektion findet erst deutlich nach der Drehung statt. Nachteil dieses Verfah-

rens ist, dass der Rotor sich nicht in einer Mittelstellung befinden darf, um ein eindeutiges Ergebnis zu erzielen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nunmehr darin, ein Verfahren
5 zur Erkennung der Drehung eines wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors vorzustellen, mit dem die Stellung des Rotors des Motors noch verlässlicher ermittelt werden kann.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Erkennung der Drehung eines einen Rotor mit einer Motorspule aufweisenden und wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

15 Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung geht ganz allgemein von einem Verfahren zur Erkennung der Drehung eines einen Rotor mit einer Motorspule
20 aufweisenden und wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors aus, bei dem ein Antriebsspannungsimpuls sowie ein erster Detektionsspannungsimpuls an die Motorspule ausgegeben werden und bei dem anhand einer ersten Impulsantwort auf diesen ersten Detektionsspannungsimpuls die Stellung
25 des Rotors bestimmt wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein zweiter Detektionsspannungsimpuls mit zu dem ersten Detektionsspannungsimpuls gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben wird
30 und eine zweite Impulsantwort auf den zweiten Detektionsspannungsimpuls zusätzlich zur Bestimmung der Stellung des Rotors verwendet wird. Durch diese Maßnahme wird die Verlässlichkeit gegenüber einer Methode, die mit nur einem Detektionsspan-

nungs-impuls oder einer Methode mit mehreren Detektionsspannungsimpulsen mit nur einer Polarität arbeitet, deutlich erhöht.

5 Alternativ oder zusätzlich zu dieser vorstehend beschriebenen Maßnahme sieht die Erfindung vor, dass ein dem ersten Detektionsspannungsimpuls vorausgehender Stabilisierungsspannungsimpuls mit zu dem Antriebsspannungsimpuls gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben wird. Der eigentlichen
10 Detektionsphase geht somit eine Stabilisierungsphase voraus, in welcher der Rotor sicher in eine korrekt detektierbare Position verbracht wird. Selbst bei einem statischen Dreherkennungsverfahren, bei welchen nur die Impulsantwort eines einzigen Detektionsspannungsimpulses ausgewertet wird oder bei de-
15 nen die Impulsantworten von mehreren gleichpoligen Detektionsspannungsimpulsen ausgewertet werden, lässt sich eine deutlich geringere Fehlerquote feststellen, wenn ein vorstehend beschriebener Stabilisierungsspannungsimpuls zur Anwendung kommt.

20

In einer bevorzugten Variante sieht die Erfindung vor, dass die Stellung des Rotors aus einem Vergleich der Impulsantworten bestimmt wird. Abweichungen der Impulsantworten hinsichtlich zeitlichem Verlauf und/oder Amplitude deuten auf eine
25 Fehlstellung des Rotors hin. Jedoch können auch fertigungstechnisch bedingte Asymmetrien in einfacher Weise herausgerechnet werden.

Eine besonders einfache Variante der Erfindung sieht vor, dass
30 die Amplituden der Impulsantworten verglichen werden. Es ist also nicht erforderlich, dass der gesamte zeitliche Verlauf der jeweiligen Impulsantworten miteinander verglichen wird. Schon aus der Amplitude der jeweiligen Impulsantworten lässt

sich in der Regel bereits die Information über die Stellung des Rotors im Motorgehäuse bzw. in Bezug auf den Stator des Schrittmotors gewinnen.

5 In besonderer Ausgestaltung dieser Variante ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Abweichung der Ist-Stellung des Rotors von der Soll-Stellung dann festgestellt wird, wenn die Differenz der Amplituden der Impulsantworten einen vorgebbaren Schwellwert überschreitet.

10

Es hat sich als vorteilhaft gezeigt, die Detektionsspannungsimpulse erst mehrere Antriebsspannungsimpulsdauern nach dem Antriebsspannungsimpuls auszugeben, da der Rotor dann nicht mehr schwingt.

15

Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, dass die Detektionsspannungsimpulsdauern etwa $1/10$ der Antriebsspannungsimpulsdauern betragen. Typische Werte für die Antriebsspannungsimpulsdauern sind 3-8 ms, und für die Detektionsspannungsimpulsdauern 0,5 ms. Der Rotor des Schrittmotors wird dann durch einen Detektionsspannungsimpuls nicht mehr wesentlich aus seiner stationären Lage bewegt, sodass das Messsystem einen eindeutigen Messwert liefert.

20

25 Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, dass der zweite Detektionsspannungsimpuls mehrere Detektionsspannungsimpulsdauern nach dem ersten Detektionsspannungsimpuls ausgegeben wird. Störschwingungen des Rotors aufgrund des ersten Detektionsspannungsimpulses sind weitgehend abgeklungen, sodass auch bei der Auswertung der Impulsantwort auf den zweiten Detektionsspannungsimpuls keine parasitären Schwingungen aus der ersten Detektionsphase berücksichtigt werden müssen.

30

Obwohl grundsätzlich die Genauigkeit des Dreherkennungsverfahrens nicht davon abhängt, ob der Stabilisierungsspannungsimpuls dem Antriebsspannungsimpuls voreilt oder nachfolgt, hat es sich als günstig herausgestellt, den Stabilisierungsspannungsimpuls dem Antriebsspannungsimpuls nachfolgen zu lassen. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass optimale Ergebnisse dann erzielt werden, wenn der Stabilisierungsspannungsimpuls wenige Antriebsspannungsimpulsdauern nach dem Antriebsspannungsimpuls ausgegeben wird.

10

Besonders günstig ist es, wenn die Stabilisierungsspannungsimpulsdauer etwa 10%-50% der Antriebsspannungsimpulsdauer beträgt.

15 Die Erfindung wird nunmehr anhand einer Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Spannungsimpulsfolge, wie sie bspw. bei dem Schrittmotor Werk Ronda Cal 775 verwendet werden kann.

20

Gegenstand der Erfindung ist eine neuartige Variante der statischen Dreherkennung. Zur Detektion werden zwei kurze Detektionsspannungsimpulse 3, 4 gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben und die Impulsantworten verglichen.

25

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1 beginnt die Detektionsphase ca. 180 ms nach dem Antriebsspannungsimpuls 1. Die Länge T_3 , T_4 der Detektionsspannungsimpulse 3, 4 beträgt ca. 0,5 ms, und die Pause Δt_3 zwischen den Detektionsspannungsimpulsen 3, 4 ca. 8 ms. In der Detektionsphase wird dem Schrittmotor Werk Ronda Cal 775 ein Widerstand von 12 k Ω vorgeschaltet, um die Zeitkonstanten des Systems für die

30

Messung günstig zu beeinflussen. Die Amplitudendifferenz der beiden Antwortimpulse muss einen vorgebbaren Schwellenwert überschreiten, damit ein Fehler detektiert wird. Durch diese differentielle Methode wird die Verlässlichkeit gegenüber einer Methode, die mit nur einem Impuls oder nur einer Polarität arbeitet, deutlich erhöht.

Durch den energieoptimierten Antrieb ist nicht in jedem Fall sichergestellt, dass der Rotor zum Zeitpunkt der Detektion in einer der beiden stabilen Positionen ist. Wenn er in einer Mittelstellung stehen geblieben ist, ist die Detektion gefährdet. Wenn kein Fehler festgestellt wird, obwohl der Schritt nicht vollständig ausgeführt wurde, fällt der Rotor beim nächsten Antriebsspannungsimpuls zurück und die Uhr verliert 2 Sekunden.

Um diesen Fall zu vermeiden, geht der eigentlichen Detektionsphase ein zusätzlicher Stabilisierungsspannungsimpuls 2 voraus, der den Rotor sicher in eine korrekt detektierbare Position bringt. Dieser Stabilisierungsspannungsimpuls 2 liegt zeitlich ca. 160 ms vor dem ersten Detektionsspannungsimpuls 3, d. h. er folgt dem Antriebsspannungsimpuls 1 um ca. 15 ms nach (Δt_1). Seine Länge T_2 ist abhängig von der Länge T_1 des Antriebsspannungsimpulses 1 und seine Polarität ist gegensätzlich zu der des Antriebsspannungsimpulses 1. Wenn der Rotor also in einer unerwünschten Mittelposition stehen geblieben ist, wird er durch den Stabilisierungsspannungsimpuls 2 wieder in seine Ausgangslage gebracht.

Da der Rotor, wenn er in einer solchen instabilen Position stehen bleibt, aus physikalischen Gründen immer vor oder direkt an dem Punkt maximaler potentieller Energie stehen bleiben muss, aber nie danach, ist es aus energetischer Sicht

sinnvoll, diese Polarität für den Stabilisierungsspannungsimpuls 2 gegensätzlich zu der des Antriebsspannungsimpulses 1 zu wählen. Bei Wahl derselben Polarität wie die des Antriebsspannungsimpulses 1 müsste mehr Energie aufgebracht werden, um den Rotor sicher in eine stabile Lage zu bringen.

Wenn der Rotor hingegen schon durch den Antriebsspannungsimpuls 1 sauber in seiner neuen Position angelangt ist, hat der Stabilisierungsspannungsimpuls 2 die Funktion, den nächsten Schritt vorzubereiten. Es tritt eine Vormagnetisierung des Motors ein oder der Rotor wird schon leicht in die Richtung des nächsten Schritts gezogen und nimmt dadurch das Spiel aus den ineinandergreifenden Zahnrädern. In der Folge braucht der nächste Antriebsspannungsimpuls 1 wiederum weniger Energie aufzubringen als ohne den vorausgehenden Stabilisierungsspannungsimpuls 2 nötig wäre. D. h. die zur Stabilisierung aufgebraachte Energie ist nicht verloren, sondern trägt in vollem Umfang zur nächsten Bewegung bei.

Im vorliegenden Fall ist der Antriebsspannungsimpuls 1 nicht zerhackt. Die Länge T_2 des Stabilisierungsspannungsimpulses 2 beträgt ungefähr ein Drittel der Länge T_1 des Antriebsspannungsimpulses 1.

Bezugszeichenliste

- | | |
|--------------|---|
| 1 | Antriebsspannungsimpuls |
| 2 | Stabilisierungsspannungsimpuls |
| 5 | 3 erster Detektionsspannungsimpuls |
| 4 | zweiter Detektionsspannungsimpuls |
| | |
| T_1 | Antriebsspannungsimpulsdauer |
| 10 | T_2 Stabilisierungsspannungsimpulsdauer |
| | T_3 Impulsdauer des ersten Detektionsspannungsimpulses |
| | T_4 Impulsdauer des zweiten Detektionsspannungsimpulses |
| | |
| Δt_1 | Zeitdifferenz zwischen |
| 15 | Antriebsspannungsimpuls 1 und |
| | Stabilisierungsspannungsimpuls 2 |
| Δt_2 | Zeitdifferenz zwischen |
| | Stabilisierungsspannungsimpuls 2 und |
| | erstem Detektionsspannungsimpuls 3 |
| 20 | Δt_3 Zeitdifferenz zwischen erstem |
| | Detektionsspannungsimpuls 3 und zweitem |
| | Detektionsspannungsimpuls 4 |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung der Drehung eines einen Rotor mit einer Motorspule aufweisenden und wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors, bei dem ein Antriebsspannungsimpuls (1) sowie ein erster Detektionsspannungsimpuls (3) an die Motorspule ausgegeben werden und bei dem anhand einer ersten Impulsantwort auf den ersten Detektionsspannungsimpuls (3) die Stellung des Rotors bestimmt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Detektionsspannungsimpuls (4) mit zu dem ersten Detektionsspannungsimpuls (3) gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben wird und eine zweite Impulsantwort auf den zweiten Detektionsspannungsimpuls (4) zusätzlich zur Bestimmung der Stellung des Rotors verwendet wird und/oder dass ein dem ersten Detektionsspannungsimpuls (3) vorausgehender Stabilisierungsspannungsimpuls (2) mit zu dem Antriebsspannungsimpuls (1) gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stellung des Rotors aus einem Vergleich der Impulsantworten bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Amplituden der Impulsantworten verglichen werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Ab-

weichung der Ist-Stellung des Rotors von der Soll-Stellung festgestellt wird, wenn die Differenz der Amplituden der Impulsantworten einen vorgebbaren Schwellwert überschreitet.

5

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionsspannungsimpulse (3, 4) mehrere Antriebsspannungsimpulsdauern (T_1) nach dem Antriebsspannungsimpuls (1) ausgegeben werden.

10

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionsspannungsimpulsdauern (T_3 , T_4) etwa ein Zehntel der Antriebsspannungsimpulsdauern (T_1) betragen.

15

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Detektionsspannungsimpuls (4) mehrere Detektionsspannungsimpulsdauern (T_3 , T_4) nach dem ersten Detektionsspannungsimpuls (3) ausgegeben wird.

20

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stabilisierungsspannungsimpuls (2) dem Antriebsspannungsimpuls (1) nachfolgt.

25

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stabilisierungsspannungsimpuls (2) wenige Antriebsspannungsimpulsdauern (T_1) nach dem Antriebsspannungsimpuls (1) ausgegeben wird.

30

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Sta-
bilisierungsspannungsimpulsdauer (T_2) etwa 10% bis 50% der
Antriebsspannungsimpulsdauer (T_1) beträgt.

Zusammenfassung

Verfahren zur Dreherkennung eines wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung der Drehung eines einen Rotor mit einer Motorspule aufweisenden und wenigstens einen Zeiger einer Uhr antreibenden Schrittmotors, bei dem ein Antriebsspannungsimpuls (1) sowie ein erster Detektionsspannungsimpuls (3) an die Motorspule ausgegeben werden und bei dem anhand einer ersten Impulsantwort auf den ersten Detektionsspannungsimpuls (3) die Stellung des Rotors bestimmt wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein zweiter Detektionsspannungsimpuls (4) mit zu dem erstem Detektionsspannungsimpuls (3) gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben wird und eine zweite Impulsantwort auf den zweiten Detektionsspannungsimpuls (4) zusätzlich zur Bestimmung der Stellung des Rotors verwendet wird und/oder dass ein dem ersten Detektionsspannungsimpuls (3) vorausgehender Stabilisierungsspannungsimpuls (2) mit zu dem Antriebsspannungsimpuls (1) gegensätzlicher Polarität an die Motorspule ausgegeben wird.

25 Figur 1

Fig. 1

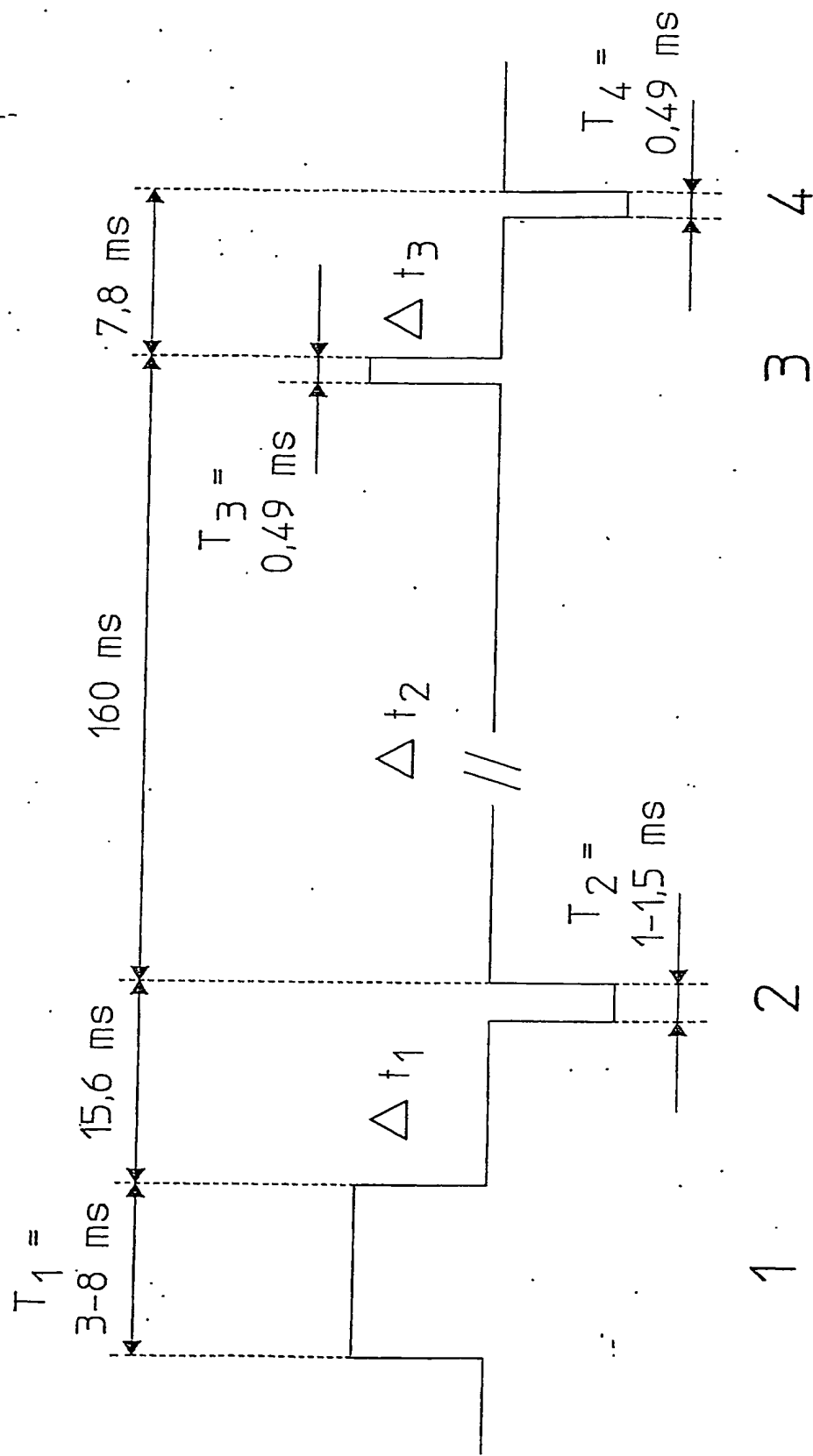


Fig. 1

